

10/525727

Rec'd T/PTO 28 FEB 2005
PCT/JP03/08595

#2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

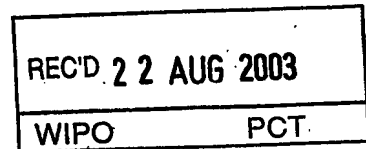
07.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 5 7 4 6 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 5 7 4 6 7]



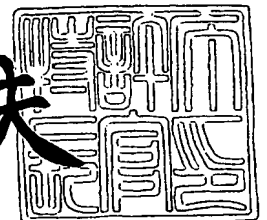
出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 8 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



Best Available Copy

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 3 6 6 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 PNTYA095

【提出日】 平成14年 9月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60L 15/20
B60L 11/14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 本美 明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 浜島 清高

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 灘 光博

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000017

【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所

【代表者】 伊神 広行

【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0104390
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両制御装置及びその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪に接続された駆動軸を回転駆動させる車両の制御装置であって、

車両運転状況に応じて前記駆動軸への要求動力を決定する要求動力決定手段と

、
前記要求動力に基づいて前記エンジン及び前記モータを制御する原動機制御手段と、

前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、

前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限する駆動トルク制限手段と

を備え、

前記要求動力決定手段は、前記駆動トルク制限手段によって前記駆動輪の駆動トルクが制限されたときには前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限する

車両制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の車両制御装置であって、

前記要求動力決定手段は、前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するにあたり、前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限率に関わらず一定の動力制限率でもって前記要求動力を制限する

車両制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の車両制御装置であって、

前記要求動力決定手段は、前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するにあたり、前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限率に基づいて決定された動力制限率でもって前記要求動力を制限する

車両制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の車両制御装置であって、

前記要求動力制限手段は、前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を

制限するにあたり、時間の経過を伴って前記トルク制限率と一致するように決定された動力制限率でもって前記要求動力を制限する

車両制御装置。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかに記載の車両制御装置であって、
前記駆動トルク制限手段は、前記スリップ検出手段によって検出されたスリップが収束したあと前記駆動輪の駆動トルクを緩慢に制限しつつ前記駆動輪の駆動トルクを復帰させる

車両制御装置。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれかに記載の車両制御装置であって、
前記エンジンと共に又は前記エンジンと独立して前記モータを駆動可能なバッテリーと、

前記要求動力決定手段によって前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力が制限されているときに前記バッテリーによって前記モータを駆動させ前記エンジンを停止させてしまうのを禁止するエンジン停止禁止手段と
を備えた車両制御装置。

【請求項 7】 エンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪に接続された駆動軸を回転駆動させる車両の制御方法であって、

- (a) 車両運転状況に応じて前記駆動軸への要求動力を決定するステップと、
- (b) 前記要求動力に基づいて前記エンジン及び前記モータを制御するステップと、
- (c) 前記駆動輪のスリップを検出するステップと、
- (d) 前記ステップ (c) によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するステップと

を含み、

前記ステップ (b) では、前記ステップ (d) によって前記駆動輪の駆動トルクが制限されたときには前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限する

車両制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、車両制御装置及びその方法に関し、詳しくはエンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪に接続された駆動軸を回転駆動させる車両の制御装置及びその方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、この種の車両制御装置は、車両運転状況に応じて駆動輪の駆動軸への要求動力を算出し、その要求動力に基づいてエンジンの目標トルクや目標回転数を算出し、それらに基づいてエンジンやモータを制御するものが知られている。ところで、この種の車両制御装置としては、駆動輪にスリップが発生したときに、モータから駆動輪に出力するトルクを制限するものが提案されている（例えば、特許文献1，2参照）。

【0003】**【特許文献1】**

特開平10-304514号公報

【特許文献2】

特開平13-295676号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、駆動輪にスリップが発生したときにはモータへの要求トルクは制限されるものの駆動軸への要求動力は制限されないため、ドライバはエンジン音が大きいわりに車両の走りが抑え込まれているという違和感を覚えることがある。

【0005】

本発明は上述した課題に鑑みなされたものであり、エンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪に接続された駆動軸を回転駆動させる車両の制御装置において、スリップ制御時にドライバが違和感を覚えるのを防止できるものを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段及びその作用・効果】

本発明の車両のスリップ制御装置及びその方法は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明の第1は、エンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪に接続された駆動軸を回転駆動させる車両の制御装置であって、

車両運転状況に応じて前記駆動軸への要求動力を決定する要求動力決定手段と

、
前記要求動力に基づいて前記エンジン及び前記モータを制御する原動機制御手段と、

前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、

前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限する駆動トルク制限手段と

を備え、

前記要求動力決定手段は、前記駆動トルク制限手段によって前記駆動輪の駆動トルクが制限されたときには前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するものである。

【0008】

この車両制御装置では、車両運転状況に応じて駆動軸への要求動力が決定されると、その要求動力に基づいてエンジン及びモータが制御される。そして、駆動輪のスリップが検出されたときには、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限するが、このように駆動輪の駆動トルクを制限したときには、車両運転状況に応じて決定した要求動力を制限する。つまり、駆動軸への要求動力が大きいにもかかわらず駆動輪の駆動トルクが制限されて車両の走行が抑え込まれているときにそのままの要求動力に基づいてエンジンが制御されると、車両の走行にそぐわない大きなエンジン音が発生することになるが、本発明ではこのような場合には要求動力を制限するため車両走行にそぐわない大きなエンジン音が発生するのを抑制でき、ドライバが違和感を覚えるのを防止できる。

【 0 0 0 9 】

本発明の車両制御装置において、前記要求動力決定手段は、前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するにあたり、前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限率に関わらず一定の動力制限率でもって前記要求動力を制限してもよい。こうすれば、比較的簡単な制御でエンジン音の発生を抑制できる。

【 0 0 1 0 】

本発明の車両制御装置において、前記要求動力決定手段は、前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するにあたり、前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限率に基づいて決定された動力制限率でもって前記要求動力を制限してもよい。こうすれば、駆動輪の駆動トルクが大きく制限されているときには要求動力もそれに応じて大きく制限され、駆動輪の駆動トルクが少しだけ制限されているときには要求動力もそれに応じて少しだけ制限され、違和感が生じにくい。

【 0 0 1 1 】

本発明の車両制御装置において、前記要求動力制限手段は、前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するにあたり、時間の経過を伴って前記トルク制限率と一致するように決定された動力制限率でもって前記要求動力を制限してもよい。こうすれば、トルク制限率が時間の経過に伴い大きく変化したとしても要求動力は緩やかに変化するため、エンジン音もなだらかに推移し違和感を生じにくい。

【 0 0 1 2 】

本発明の車両制御装置において、前記駆動トルク制限手段は、前記スリップ検出手段によって検出されたスリップが収束したあと前記駆動輪の駆動トルクを緩慢に制限しつつ前記駆動輪の駆動トルクを復帰させてもよい。こうすれば、スリップが収束したあと駆動輪の駆動トルクの制限が解かれて急に大きなトルクが発生するという事態を招くことはない。また、このような駆動輪の駆動トルクを緩慢に制限している期間においても車両運転状況に応じて決定される要求動力が制限されるため、エンジン音がなだらかに推移し違和感を生じにくい。

【 0 0 1 3 】

本発明の車両制御装置は前記エンジンと共に又は前記エンジンと独立して前記モータを駆動可能なバッテリーと、前記要求動力決定手段によって前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力が制限されているときに前記バッテリーによって前記モータを駆動させ前記エンジンを停止させてしまうのを禁止するエンジン停止禁止手段とを備えていてもよい。車両運転状態に応じて決定された要求動力が制限されたあとの要求動力からすると、バッテリーだけでモータを駆動させて駆動軸を回転駆動させれば十分なこともあり得るが、そのような場合であってもエンジンを停止させないようにして、駆動輪のトルク制限が解除されたときの要求動力に直ちに 대응されるような態勢をとっておくことが好ましい。なお、エンジンを停止させずに回転させておく場合には、エンジンをアイドリング状態にしておいたり空回しさせたりしてもよい。

【0014】

本発明の第2は、エンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪に接続された駆動軸を回転駆動させる車両の制御方法であって、

- (a) 車両運転状況に応じて前記駆動軸への要求動力を決定するステップと、
 - (b) 前記要求動力に基づいて前記エンジン及び前記モータを制御するステップと、
 - (c) 前記駆動輪のスリップを検出するステップと、
 - (d) 前記ステップ(c)によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するステップと
- を含み、

前記ステップ(b)では、前記ステップ(d)によって前記駆動輪の駆動トルクが制限されたときには前記車両運転状況に応じて決定した前記要求動力を制限するものである。

【0015】

この車両制御方法では、車両運転状況に応じて駆動軸への要求動力が決定されると、その要求動力に基づいてエンジン及びモータが制御される。そして、駆動輪のスリップが検出されたときには、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限するが、このように駆動輪の駆動トルクを制限したときには、車

両運転状況に応じて決定した要求動力を制限する。つまり、駆動軸への要求動力が大きいかにかかわらず駆動輪の駆動トルクが制限されて車両の走行が抑え込まれているときにそのままの要求動力に基づいてエンジンが制御されると、車両の走行にそぐわない大きなエンジン音が発生することになるが、本発明ではこのような場合には要求動力を制限するため車両走行にそぐわない大きなエンジン音が発生するのを抑制でき、ドライバが違和感を覚えるのを防止できる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の車両制御装置を搭載したハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。このハイブリッド自動車20は、図示するように、エンジン22と、エンジン22の出力軸としてのクランクシャフト26にダンパ28を介して接続された3軸式の動力分配統合機構30と、動力分配統合機構30に接続された第1モータMG1と、同じく動力分配統合機構30に接続された第2モータMG2と、車両の駆動系全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット70とを備える。以下、電子制御ユニットをECUと略す。

【0017】

エンジン22は、ガソリンまたは軽油などの炭化水素系の燃料により動力を出力する内燃機関であり、エンジン22の運転状態を検出する各種センサから信号を入力するエンジンECU24により燃料噴射制御や点火制御、吸入空気量調節制御などの運転制御を受けている。エンジンECU24は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号によりエンジン22を運転制御すると共に必要に応じてエンジン22の運転状態に関するデータをハイブリッドECU70に出力する。

【0018】

動力分配統合機構30は、外歯歯車のサンギヤ31と、このサンギヤ31と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ32と、サンギヤ31に噛合すると共にリングギヤ32に噛合する複数のピニオンギヤ33と、複数のピニオンギヤ33を自転かつ公転自在に保持するキャリア34とを備え、サンギヤ31とリング

ギヤ32とキャリア34とを回転要素として差動作用を行う遊星歯車機構として構成されている。動力分配統合機構30は、キャリア34にはエンジン22のクランクシャフト26が、サンギヤ31には第1モータMG1が、リングギヤ32には第2モータMG2がそれぞれ連結されており、第1モータMG1が発電機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力をサンギヤ31側とリングギヤ32側にそのギヤ比に応じて分配し、第1モータMG1が電動機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力とサンギヤ31から入力される第1モータMG1からの動力を統合してリングギヤ32に出力する。リングギヤ32は、ベルト36、ギヤ機構37、デファレンシャルギヤ38を介して車両前輪の駆動輪39a、39bに機械的に接続されている。したがって、リングギヤ32に出力された動力は、ベルト36、ギヤ機構37、デファレンシャルギヤ38を介して駆動輪39a、39bに出力されることになる。なお、駆動系として見たときの動力分配統合機構30に接続される3軸は、キャリア34に接続されたエンジン22の出力軸であるクランクシャフト26、サンギヤ31に接続され第1モータMG1の回転軸となるサンギヤ軸31aおよびリングギヤ32に接続されると共に駆動輪39a、39bに機械的に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸32aとなる。

【0019】

第1モータMG1および第2モータMG2は、共に発電機として駆動することができると共に電動機として駆動できる周知の同期発電電動機として構成されており、インバータ41、42を介してバッテリー50と電力のやりとりを行う。インバータ41、42とバッテリー50とを接続する電力ライン54は、各インバータ41、42が共用する正極母線および負極母線として構成されており、第1モータMG1、MG2の一方で発電される電力を他のモータで消費することができるようになっている。したがって、バッテリー50は、第1モータMG1、MG2から生じた電力や不足する電力により充放電されることになる。なお、第1モータMG1と第2モータMG2とにより電力収支のバランスをとるものとすれば、バッテリー50は充放電されない。第1モータMG1、MG2は、共にモータECU40により駆動制御されている。モータECU40には、第1モータMG1、

MG 2 を駆動制御するために必要な信号、例えば第 1 モータ MG 1, MG 2 の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ 4 3, 4 4 からの信号や図示しない電流センサにより検出される第 1 モータ MG 1, MG 2 に印加される相電流などが入力されており、モータ ECU 4 0 からは、インバータ 4 1, 4 2 へのスイッチング制御信号が出力されている。モータ ECU 4 0 は、ハイブリッド ECU 7 0 と通信しており、ハイブリッド ECU 7 0 からの制御信号によって第 1 モータ MG 1, MG 2 を駆動制御すると共に必要に応じて第 1 モータ MG 1, MG 2 の運転状態に関するデータをハイブリッド ECU 7 0 に出力する。

【0020】

バッテリー 5 0 は、バッテリー ECU 5 2 によって管理されている。バッテリー ECU 5 2 には、バッテリー 5 0 を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー 5 0 の端子間に設置された図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー 5 0 の出力端子に接続された電力ライン 5 4 に取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流、バッテリー 5 0 に取り付けられた図示しない温度センサからの電池温度などが入力されており、必要に応じてバッテリー 5 0 の状態に関するデータを通信によりハイブリッド ECU 7 0 に出力する。なお、バッテリー ECU 5 2 では、バッテリー 5 0 を管理するために電流センサにより検出された充放電電流の積算値に基づいて残容量 (SOC) も演算している。

【0021】

ハイブリッド ECU 7 0 は、CPU 7 2 を中心とするマイクロプロセッサとして構成された本発明の車両制御装置に相当するものであり、CPU 7 2 の他に処理プログラムを記憶する ROM 7 4 と、データを一時的に記憶する RAM 7 6 と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。ハイブリッド ECU 7 0 には、イグニッションスイッチ 8 0 からのイグニッション信号、シフトレバー 8 1 の操作位置を検出するシフトポジションセンサ 8 2 からのシフトポジション SP, アクセルペダル 8 3 の踏み込み量に対応したアクセルペダルポジションセンサ 8 4 からのアクセルペダルポジション AP, ブレーキペダル 8 5 の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ 8 6 からのブレーキペダルポジション BP, 車速センサ 8 8 からの車速 V などが入力ポートを介して入力されている。

る。このハイブリッドECU70は、前述したように、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52と通信ポートを介して接続されており、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52と各種制御信号やデータのやりとりを行っている。

【0022】

こうして構成されたハイブリッド自動車20は、運転者によるアクセルペダル83の踏み込み量に対応するアクセルペダルポジションAPと車速Vとに基づいて駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力すべき要求動力 P_r （車両走行に用いられるパワー）を計算し、この要求動力 P_r がリングギヤ軸32aに出力されるように、エンジン22と第1モータMG1と第2モータMG2とが運転制御される。エンジン22と第1モータMG1と第2モータMG2の運転制御としては、要求動力 P_r に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にエンジン22から出力される動力のすべてが動力分配統合機構30と第1モータMG1と第2モータMG2とによってトルク変換されてリングギヤ軸32aに出力されるよう第1モータMG1および第2モータMG2を駆動制御するトルク変換運転モードや、要求動力 P_r とバッテリー50の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にバッテリー50の充放電を伴ってエンジン22から出力される動力の全部またはその一部が動力分配統合機構30と第1モータMG1と第2モータMG2とによるトルク変換を伴って要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるよう第1モータMG1および第2モータMG2を駆動制御する充放電運転モードや、エンジン22の運転を停止して第2モータMG2からの要求動力に見合う動力をリングギヤ軸32aに出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。

【0023】

次に、ハイブリッド自動車10の運転制御、特に駆動輪39a, 39bにスリップが発生したときのモータ駆動制御を含む運転制御について説明する。この運転制御プログラムはハイブリッドECU70のROM74に記憶されており、CPU72が所定タイミングごと（ここでは8msecごと）にこの運転制御プロ

グラムを読み出して実行する。なお、以下には、便宜上、エンジン 22 によるバッテリー 50 の充電が不要な場合を前提として説明する。

【0024】

この運転制御プログラムが開始されると、ハイブリッド ECU 70 の CPU 72 は、まずリングギヤ軸 32 a の回転数 N_r を入力する処理を行う（ステップ S100）。リングギヤ軸 32 a の回転数 N_r は、回転数センサ 44 から読み込んだリングギヤ軸 32 a の回転角度 θ_r から求める。次に、アクセルペダルポジションセンサ 84 からのアクセルペダルポジション AP を読み込む（ステップ S102）。アクセルペダル 83 は車両走行に用いられる動力が足りないと運転者が感じたときに踏み込まれるからアクセルペダルポジション AP は運転者の欲している動力に対応するものとなる。続いて、読み込まれたアクセルペダルポジション AP に応じてリングギヤ軸 32 a に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 T_r^* を導出する処理を行う（ステップ S104）。ここでは、トルク指令値 T_r^* とリングギヤ軸 32 a の回転数 N_r とアクセルペダルポジション AP との関係を示すマップを予め ROM 74 に記憶しておき、アクセルペダルポジション AP が読み込まれると、マップとアクセルペダルポジション AP とリングギヤ軸 32 a の回転数 N_r とに基づいてトルク指令値 T_r^* の値を導出する。このマップの一例を図 3 に示す。

【0025】

次に、ハイブリッド ECU 70 の CPU 72 は、トルク指令値 T_r^* とリングギヤ軸 32 a の回転数 N_r とから、駆動軸であるリングギヤ軸 32 a に出力すべき要求動力 P_r ($P_r = T_r^* \times N_r$) を求める（ステップ S105）。続いて、動力制限フラグ F の状態を判定する（ステップ S106）。この動力制限フラグ F は、リングギヤ軸 32 a のトルク指令値 T_r^* が制限されている場合に値 1 にセットされ、そのような制限がされていない場合に値 0 にリセットされるフラグであり、システム始動時にはゼロにリセットされている。動力制限フラグ F が値 0 のときには、そのままステップ S108 へ進み、動力制限フラグ F が値 1 のときには、リングギヤ軸 32 a に対するトルク制限がなされているため、そのトルク制限の程度に応じて要求動力 P_r を制限し（ステップ S107）、その後ス

テップS108へ進む。後述するように、リングギヤ軸32aに対するトルク制限は、ステップS110で求めたトルク指令値 T_r^* がトルク上限値 T_{max} を越えるときにそのトルク指令値 T_r^* をトルク上限値 T_{max} に制限するものであり、トルク制限率 K_T は (T_{max}/T_r^*) となるが、これをスリップ発生時制御ルーチン（ステップS118）やスリップ収束時制御ルーチン（ステップS124）で予め求めておき、次回この運転制御プログラムを実行するときにこのステップS107で要求動力 P_r を制限する際の動力制限率 K_P として利用する。

【0026】

ステップS108では、リングギヤ軸32aに出力すべき要求動力 P_r に基づいてエンジンの目標トルク T_e^* と目標回転数 N_e^* とを設定する。ここでの要求動力 P_r は、リングギヤ軸32aに対するトルク制限がなされていないときにはステップS105で求めた要求動力 P_r であり、リングギヤ軸32aに対するトルク制限がなされているときにはステップS106で制限されたあとの要求動力 P_r である。ところで、要求動力 P_r は目標トルク T_e^* と目標回転数 N_e^* との積となるため、この関係を満足する目標トルク T_e^* と目標回転数 N_e^* との組み合わせは無数に存在するが、予め高効率な運転が可能で且つ運転状態が円滑に変化する組み合わせを経験的に求め、これを図示しないマップとしてROM74に記憶しておき、このマップから要求動力 P_r に対応する目標トルク T_e^* と目標回転数 N_e^* とを導出する。続いて、リングギヤ軸32aのトルク指令値 T_r^* とエンジン22の目標トルク T_e^* とギヤ比 ρ （サンギヤの歯数／リングギヤの歯数）とに基づいて、第2モータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を設定し（ステップS110）、エンジン22の目標回転数 N_e^* と第2モータMG2の回転数 N_{m2} とに基づいて、第1モータMG1の目標回転数 N_{m1}^* を設定する（ステップS112）。ここで、エンジン22はプラネタリキャリア34に直結されているからエンジン22の回転数 N_e はプラネタリキャリア軸34aの回転数 N_c と等しく、第2モータMG2はリングギヤ32に直結されているから第2モータMG2の回転数 N_{m2} はリングギヤ軸32aの回転数 N_r と等しく、第1モータMG1はサンギヤ31に直結されているから第1モータMG1の回転数 N

$m1$ はサンギヤ軸 31a の回転数 N_s と等しい。そして、回転数 N_c , N_r , N_s は、いずれか 2 つが決まれば残りの 1 つも決まるという関係にあるから、ステップ S112 では、第 1 モータ MG1 の目標回転数 N_{m1}^* は、目標回転数 N_e^* とステップ S100 で入力したリングギヤ軸 32a の回転数 N_r とによって設定される。なお、ステップ S110 では下記数式 1 によって第 2 モータ MG2 のトルク指令値 T_{m2}^* を算出できる。

【0027】

【数 1】

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - T_e^* \times (1 / (1 + \rho))$$

【0028】

続いて、このハイブリッド自動車 20 にスリップが発生したか否かを判定する（ステップ S114）。ここでは、ステップ S100 で入力したリングギヤ軸 32a の回転数 N_r に基づいて角加速度 α を計算し、この角加速度 α と予め経験的に求めたスリップ発生時点での角加速度に基づいて定められた閾値 α_{slip} とを比較し、角加速度 α が閾値 α_{slip} を越えたときにスリップが発生したと判定する。また、角加速度 α の計算は、今回の運転制御において得られた回転数 N_r から前回の運転制御において得られた回転数 N_r を減じる（今回の回転数 N_r - 前回の回転数 N_r ）ことにより行うものとした。なお、角加速度 α の単位は、回転数 N_r の単位を 1 分間あたりの回転数 [rpm] で示すと、この運転制御プログラムの実行時間間隔は 8 msec であるから、[rpm / 8 msec] となる。勿論、回転速度の時間変化率として示すことができれば、如何なる単位を採用してもかまわない。また、角加速度 α は、誤差を小さくするために、それぞれ今回を含めて過去数回（例えば 3 回）に亘って計算された角加速度の平均を用いるものとしてもよい。

【0029】

ステップ S114 でスリップが発生していないと判定されたときには、次に動力制限フラグ F の状態を判定する（ステップ S120）。このステップ S120 で動力制限フラグ F が値 0 だったとき、つまり、スリップが発生しておらず且つリングギヤ軸 32a に対するトルク制限もなされていないという運転状態だった

ときには、ステップS108～S112で算出した各設定値に基づいてエンジン22と第1モータMG1と第2モータMG2の制御を行い（ステップS126）、このプログラムを終了する。

【0030】

一方、ステップS114でスリップが発生したと判定されたときには、動力制限フラグFに値1を設定し（ステップS116）、続いて図4に示すスリップ発生時制御ルーチン（ステップS118）を実行する。このスリップ発生時制御ルーチンが開始されると、ハイブリッドECU70のCPU72は、まず、角加速度 α がピーク値 α_{peak} を越えているか否かを判定し（ステップS150）、角加速度 α がピーク値 α_{peak} を越えていると判定されたときにはピーク値 α_{peak} の値を角加速度 α に更新する処理を行う（ステップS152）。ここで、ピーク値 α_{peak} は、基本的には、スリップにより角加速度 α が上昇してピークを示すときの角加速度の値であり、初期値として値0が設定されている。したがって、角加速度 α が上昇してピークに達するまでの間はピーク値 α_{peak} を角加速度 α の値に順次更新していき、角加速度 α がピークに達した時点でその角加速度 α がピーク値 α_{peak} として固定されることになる。こうしてピーク値 α_{peak} が設定されると、このピーク値 α_{peak} に基づいてリングギヤ軸32aが出力できるトルクの上限であるトルク上限値 T_{max} を設定する処理を行う（ステップS154）。この処理は、ここでは、図5に例示するマップを用いて行われる。図5は、角加速度 α とトルク上限値 T_{max} との関係を示すマップであり、トルク上限値 T_{max} は角加速度 α の関数 $g(\alpha)$ として表される。このマップでは、図示するように、角加速度 α が大きくなるほどトルク上限値 T_{max} は小さくなる特性を有している。したがって、角加速度 α が上昇してピーク値 α_{peak} が大きくなるほど、即ちスリップの程度が大きいほど、トルク上限値 T_{max} として小さな値が設定され、その分リングギヤ軸32aの駆動トルクが制限されることになる。

【0031】

このようにしてトルク上限値 T_{max} を設定したあと、ハイブリッドECU70のCPU72は、リングギヤ軸32aのトルク指令値 T_r^* がトルク上限値 T

maxを越えているか否かを判定し（ステップS156）、トルク指令値 T_r^* がトルク上限値 T_{max} を越えていないと判定されたときには、そのままこのルーチンを終了する。その後、図2のフローチャートに戻り、エンジン22と第1モータMG1と第2モータMG2の制御を行う（ステップS126）が、ここではステップS108～S112で算出された各設定値に基づいてエンジン22と第1モータMG1と第2モータMG2の制御を行うことになる。

【0032】

一方、ステップS156でトルク指令値 T_r^* がトルク上限値 T_{max} を越えていると判定されたときには、トルク制限率 K_T （ $=T_{max}/T_r^*$ ）を算出してこれをRAM76の所定領域に記憶し（ステップS158）、次いでトルク上限値 T_{max} をリングギヤ軸32aのトルク指令値 T_r^* とし（ステップS160）、前出の数1式においてリングギヤ軸32aのトルク指令値 T_r^* をトルク上限値 T_{max} に置換することにより第2モータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を再設定し（ステップS162）、このルーチンを終了する。ここで求めたトルク制限率 K_T は、次回図2の運転制御を実行するときにステップS107で動力制限率 K_P として利用される。そして、その後図2のフローチャートに戻り、このようにして修正した各設定値に基づいて、エンジン22と第1モータMG1と第2モータMG2の制御を行い（ステップS126）、このプログラムを終了する。これにより、スリップ発生時においてリングギヤ軸32aの駆動トルクは、スリップを抑制するための低いトルク（具体的には、図5のマップにおいて角加速度のピーク値 α_{peak} に対応するトルク上限値 T_{max} ）に制限されるので、スリップを効果的に抑制することができる。

【0033】

一方、ステップS114でスリップが発生していないと判定されたあと、ステップS120で動力制限フラグFが値1であると判定されたときには、角加速度 α が負の値であり且つそれが所定時間継続したというスリップ収束条件を満足するか否かを判定し（ステップS122）、このスリップ収束条件を満足していないときには未だスリップが収束していないと判断して、前述したスリップ発生時制御ルーチン（ステップS118）を実行する。一方、このスリップ収束条件を

満足していたときには、駆動輪 3 9 a, 3 9 b に発生したスリップは収束したと判断して図 6 に示すスリップ収束時制御ルーチン（ステップ S 1 2 4）を実行する。スリップ収束時制御ルーチンは、スリップ発生時制御ルーチンによるリングギヤ軸 3 2 a のトルク制限により角加速度 α が低下したときに、制限したトルクを復帰させるために行うルーチンである。

【 0 0 3 4 】

このスリップ収束時制御ルーチンが開始されると、ハイブリッド ECU 7 0 の CPU 7 2 は、まず、今回がこのルーチンを実行する初回か否か、つまり前回まではスリップ収束条件を満足していなかったのに今回スリップ収束条件を満足したか否かを判定し（ステップ S 1 7 0）、今回が初回的时候には、角加速度 α が閾値 α_{slip} を上回った時点から閾値 α_{slip} を下回った時点までの角加速度 α の時間積分値 α_{int} を求め、その時間積分値 α_{int} の関数としてガード値 δ （単位は、角加速度と同じ単位の $[rpm/8msec]$ ）を算出し（ステップ S 1 7 2）、図 5 のマップを用いてこのガード値 δ に対応するトルク上限値 T_{max} を求め（ステップ S 1 8 2）、その後は上述したスリップ発生時制御ルーチン（図 4 参照）におけるステップ S 1 5 6 ~ S 1 6 2 と同様のステップ S 1 8 4 ~ S 1 9 0 を行い、このルーチンを終了する。一方、ステップ S 1 7 0 で今回が初回でなかったときには、ガード値 δ の更新時か否かを判定する（ステップ S 1 7 4）。ガード値 δ の更新時か否かはそのガード値 δ に設定したあと所定の待機時間が経過したか否かによって判定する。そして、ガード値 δ の更新時でなかったときには、ステップ S 1 8 4 以降の処理を行い、ガード値 δ の更新時だったときには、ガード値 δ から一定値 $\Delta\delta$ を減じた値を新たなガード値 δ とし（ステップ S 1 7 6）、そのガード値 δ がゼロ以下か否かを判定し（ステップ S 1 7 8）、ゼロより大きいときには図 5 のマップを用いてこのガード値 δ に対応するトルク上限値 T_{max} を求め（ステップ S 1 8 2）、その後は上述したスリップ発生時制御ルーチン（図 4 参照）におけるステップ S 1 5 6 ~ S 1 6 2 と同様のステップ S 1 8 4 ~ S 1 9 0 を行い、このルーチンを終了する。一方、ステップ S 1 7 8 でガード値 δ がゼロ以下になったときには、トルク制限を行う必要がなくないため、動力制限フラグ F を値ゼロにリセットし（ステップ S 1 8 0）、こ

のルーチンを終了する。これにより、スリップ収束時においてリングギヤ軸 3 2 a の駆動トルクは、所定の待機時間が経過するごとに段階的に大きくなるトルク上限値 T_{max} で緩慢に制限されながら大きくなっていく。

【0035】

図 7 は、リングギヤ軸 3 2 a の角加速度 α の変化に対してリングギヤ軸 3 2 a のトルク指令値 T_r^* が変化する一例を示す説明図である。図 7 に示すように、時刻 t_3 において、角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えているから、この時点でスリップが発生したと判断され、動力制限フラグ F が値 1 に設定され、リングギヤ軸 3 2 a のトルク制限が開始される。このとき、トルク上限値 T_{max} は、図 5 において時刻 t_3 のときの角加速度 α に対応する値に設定される。また、時刻 t_3 の次に図 2 の運転制御が開始されたときには、アクセルペダルポジション A_P と車速 V に基づいて算出された要求動力 P_r に動力制限率 K_P (=トルク制限率 K_T) を乗じた値を新たな要求動力 P_r とし、この要求動力 P_r に応じてエンジン 2 2、第 1 モータ MG_1 、第 2 モータ MG_2 が制御されるようになり、これが時刻 t_{17} まで続く。さて、時刻 t_5 においては、角加速度 α がピークを示すため、トルク上限値 T_{max} は、図 5 においてピーク値 α_{peak} に対応する値に設定される。その後、時刻 t_{10} までは、トルク上限値 T_{max} がピーク値 α_{peak} に対応する値に保持された状態となる。そして、角加速度 α が負の値となってから所定時間経過、図 7 では時刻 t_{11} になると、スリップ収束条件が満足したと判断され、このタイミングでトルクの復帰が開始される。即ち、時刻 t_{11} の時点では、トルク上限値 T_{max} は、角加速度 α が閾値 α_{slip} を上回った時刻 t_3 から閾値 α_{slip} を下回った時刻 t_7 までの角加速度 α の時間積分値 α_{int} に応じて決まるガード値 δ に対応する値に設定される。その後は、所定の待機時間が経過するごとにガード値 δ が更新され、それに応じたトルク上限値 T_{max} が設定される。そして、時刻 t_{17} でガード値 δ がゼロ以下になり動力制限フラグ F が値ゼロになり、リングギヤ軸 3 2 a のトルク制限が終了する。これに伴い、要求動力 P_r の制限も終了する。このようにしてリングギヤ軸 3 2 a の駆動トルクが制限されるのに伴い、要求動力 P_r もリングギヤ軸 3 2 a のトルク制限率 K_T (= T_{max} / T_r^*) でもって制限される。

【0036】

以上詳述した本実施形態では、運転者によるアクセルペダル83の踏み込み量に対応するペダル開度に基づいて設定されるアクセルペダルポジションAPと車速Vとに応じて駆動軸であるリングギヤ軸32aへの要求動力 P_r が決定されると、その要求動力 P_r に基づいてエンジン22、第1モータMG1、第2モータMG2が各種ECUによって制御される。そして、駆動輪39a、39bのスリップが検出されたときには、このスリップを抑制するようにリングギヤ軸32aの駆動トルクを制限するが、このようにリングギヤ軸32aの駆動トルクを制限したときには、アクセルペダルポジションAPと車速Vに応じて決定した要求動力 P_r を制限する。つまり、要求動力 P_r が大きいにもかかわらずリングギヤ軸32aの駆動トルクが制限されて車両の走行が抑え込まれているときにそのままの要求動力 P_r に基づいてエンジン22が制御されると、車両走行にそぐわない大きなエンジン音が発生することになるが、本実施形態ではこのような場合には要求動力 P_r を制限するため車両走行にそぐわない大きなエンジン音が発生するのを抑制でき、ドライバが違和感を覚えるのを防止できる。

【0037】

また、アクセルペダルポジションAPと車速Vに応じて決定した要求動力 P_r を制限するにあたり、リングギヤ軸32aの駆動トルクを制限するトルク制限率KTと同じ動力制限率KPでもって要求動力 P_r を制限しているため、リングギヤ軸32aの駆動トルクが大きく制限されているときには要求動力 P_r もそれに応じて大きく制限され、リングギヤ軸32aの駆動トルクが少しだけ制限されているときには要求動力 P_r もそれに応じて少しだけ制限され、違和感が生じにくい。

【0038】

更に、本実施形態では、スリップが収束したあとリングギヤ軸32aの駆動トルクにつき所定の待機時間ごとにトルク上限値 T_{max} を段階的に上昇させるといふ緩慢なトルク制限を行いながらリングギヤ軸32aの駆動トルクを復帰させているため、スリップが収束したあとトルク制限が解かれて急に大きなトルクが発生するという事態を招くことはない。また、このようなリングギヤ軸32aの

駆動トルクを緩慢に制限している期間においてもアクセルペダルポジションAPと車速Vに応じて決定した要求動力 P_r を制限するため、エンジン音がなだらかに推移し違和感を生じにくい。

【0039】

なお、本発明は上述した実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

【0040】

例えば、上述した実施形態において、アクセルペダルポジションAPと車速Vに応じて決定した要求動力 P_r が制限されたあとの要求動力 P_r （つまりステップS107で求めた要求動力 P_r ）からすると、バッテリー50だけで第2モータMG2を駆動させて駆動軸であるリングギヤ軸32aを回転駆動させれば十分なこともあり得るが、そのような場合であってもエンジン22を停止させないようにして、リングギヤ軸32aのトルク制限が解除されたときの要求動力 P_r に直ちに对应されるような態勢をとるようにすると共にエンジン22の停止・始動が繰り返されるのを防止してもよい。なお、エンジン22を停止させずに回転させておく場合には、エンジン22をアイドリング状態にしたり空回ししたりしてもよい。

【0041】

また、上述した実施形態における図2の運転制御のフローチャートは、バッテリー50の充電が不要な場合を前提として説明したが、例えば第1モータMG1に発電させてバッテリー50の充電も行う必要がある場合においても、その充電に必要な要求動力については考慮せず車両走行に必要な要求動力についてのみ、上述した実施形態と同様の制限を行うようにすればよい。

【0042】

更に、上述した実施形態では、トルク制限率 K_T をそのまま動力制限率 K_P としたが、トルク制限率 K_T をパラメータとする関数として動力制限率 K_P を求めてもよい。例えば、トルク制限率 K_T のなまし値を動力制限率 K_P としてもよく、具体的にはトルク制限率 K_T に即座に追従して動力制限率 K_P を変化させるのではなく、時間が経過するにつれ徐々にそのトルク制限率 K_T に近づくような値

を算出してその算出した値を動力制限率 K_P としてもよい。こうすれば、トルク制限率 K_T が急に時間の経過に伴い大きく変化したとしても動力制限率 K_P で制限した要求動力 P_r は緩やかに変化するため、エンジン音もなだらかに推移し違和感を生じにくい。あるいは、トルク制限率 K_T に所定の係数 k を乗じたものを動力制限率 K_P としてもよいし、トルク制限率 K_T に関わらず一定の動力制限率 K_P を採用してもよい。こうすれば、比較的簡単な制御でエンジン音の発生を抑制できる。

【0043】

更にまた、上述した実施形態では、角加速度 α に基づいてスリップ判定を行ったが、これに代えて又は加えて、従動輪の車輪速 V_a と駆動輪の車輪速 V_b との差を車輪速 V_a で除した値、つまりスリップ率 $(V_a - V_b) / V_a$ を求めてこのスリップ率と所定値とを比較し、このスリップ率が所定値を越えたときにスリップが発生したと判定してもよい。

【0044】

そしてまた、上述した実施形態で例示したハイブリッド自動車20に代えて、シリーズ型やパラレル型のハイブリッド自動車に本発明を適用してもよい。あるいは、図8に示すように、駆動輪318a、318bに接続された駆動軸に変速機314（無段変速機や有段の自動変速機など）を介して接続されたエンジン311と、エンジン311の後段であって駆動軸に変速機314を介して接続されたモータ312（または駆動軸に直接接続されたモータ）とを備えるハイブリッド自動車310に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

ハイブリッド自動車の構成の概略を表す構成図である。

【図2】

ハイブリッド自動車で行われる運転制御のフローチャートである。

【図3】

車速とアクセル開度とトルク指令値との関係を示すマップである。

【図4】

スリップ発生時制御ルーチンのフローチャートである。

【図 5】

角加速度とトルク上限との関係を示すマップである。

【図 6】

スリップ収束時制御ルーチンのフローチャートである。

【図 7】

駆動軸の角加速度、リングギヤ軸のトルク指令値、動力制限フラグ F の各々の時間変化の一例を示す説明図である。

【図 8】

他のハイブリッド型自動車の構成の概略を示す構成図である。

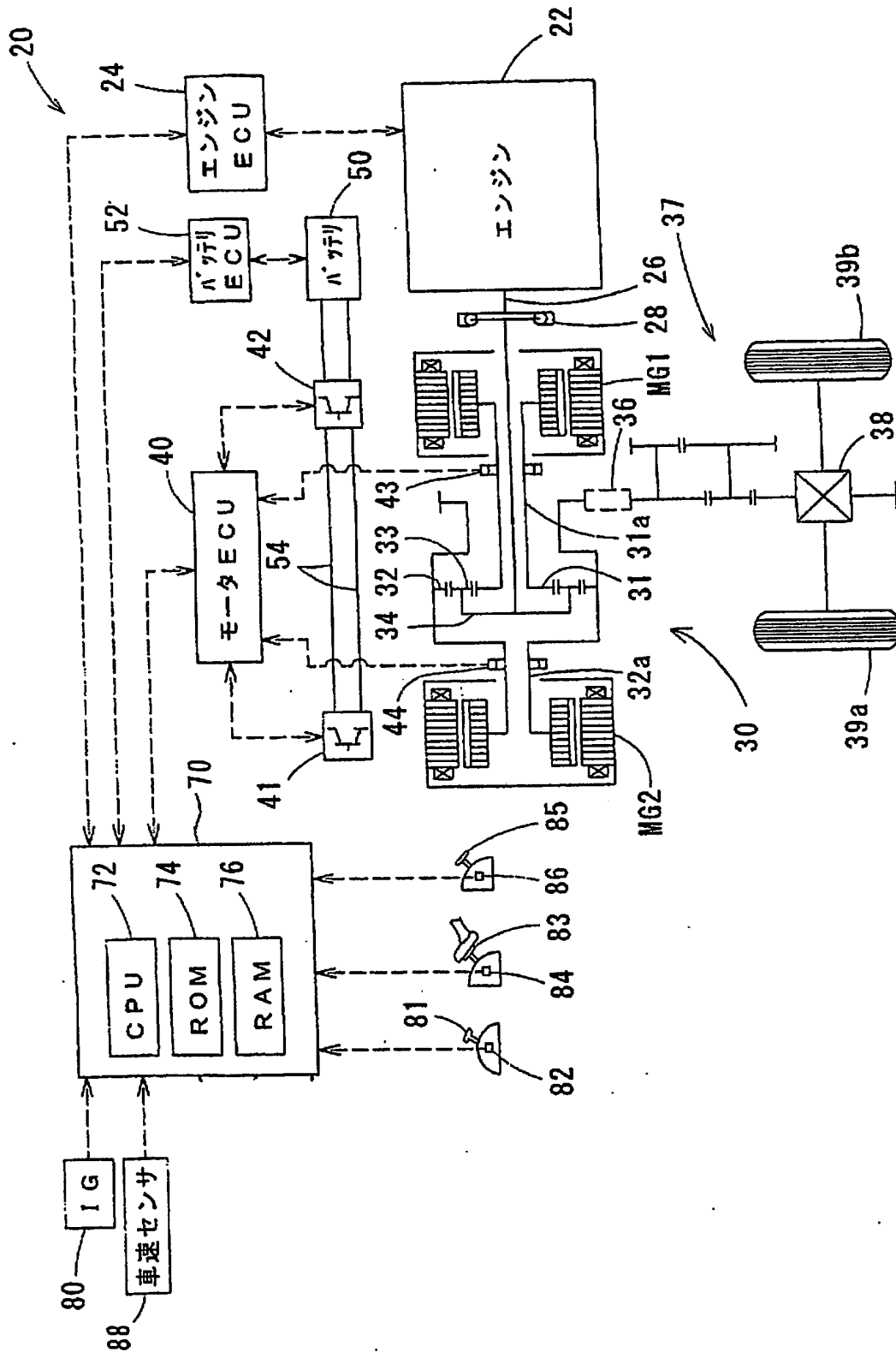
【符号の説明】

20 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン ECU、26 クランクシャフト、28 ダンパ、30 動力分配統合機構、31 サンギヤ、31a サンギヤ軸、32 リングギヤ、32a リングギヤ軸、33 ピニオンギヤ、34 キャリア、39a 駆動輪、39b 駆動輪、40 モータ ECU、41 インバータ、43 回転位置検出センサ、50 バッテリ、52 バッテリ ECU、54 電力ライン、70 ハイブリッド ECU、72 CPU、74 ROM、76 RAM、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、88 車速センサ、MG1 第1モータ、MG2 第2モータ。

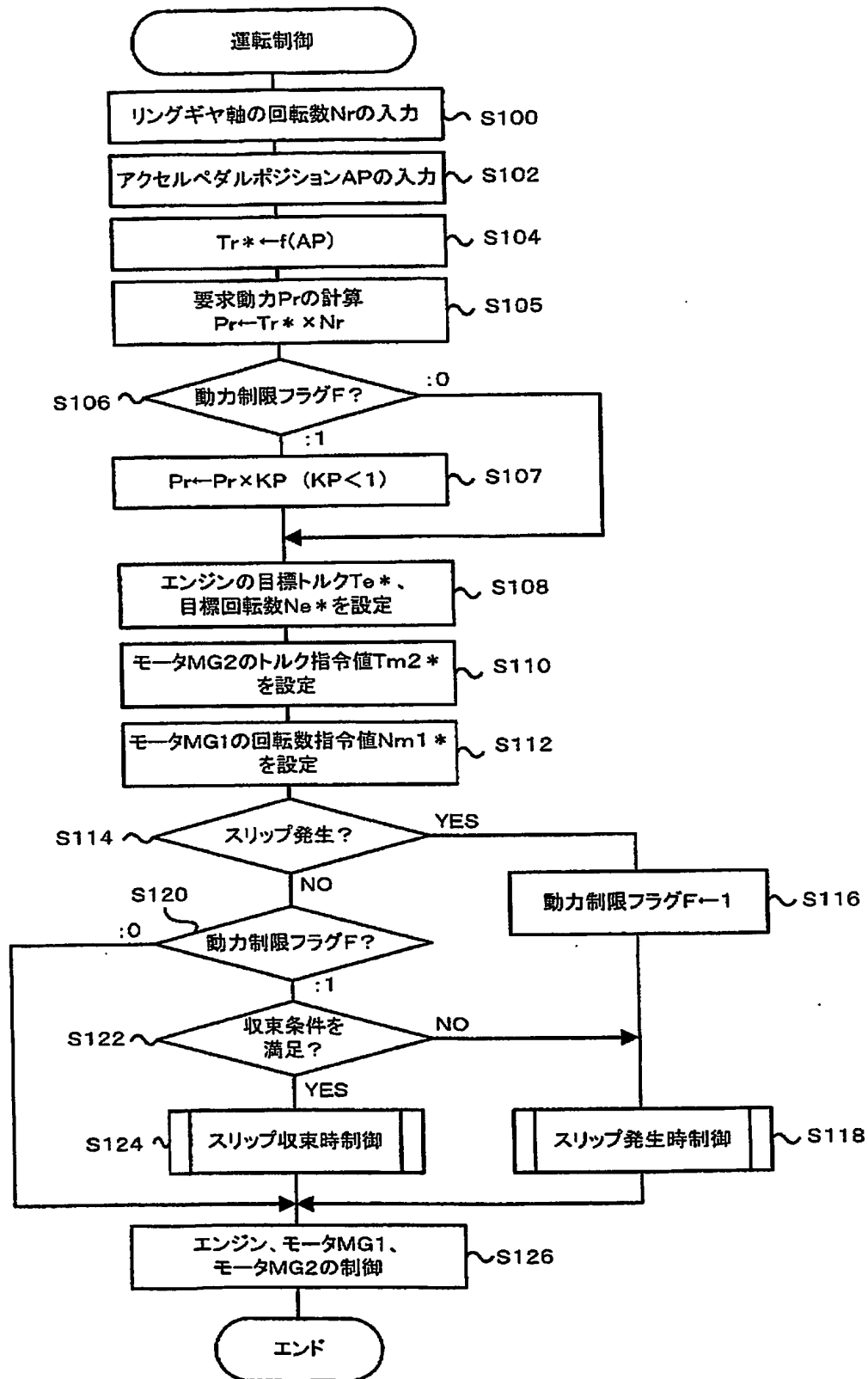
【書類名】

図面

【図 1】

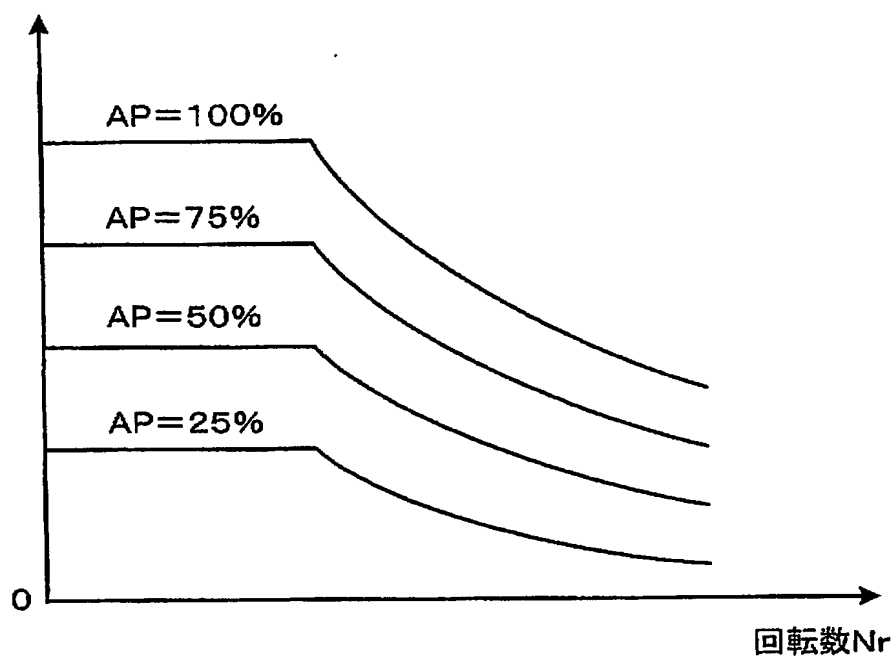


【図 2】

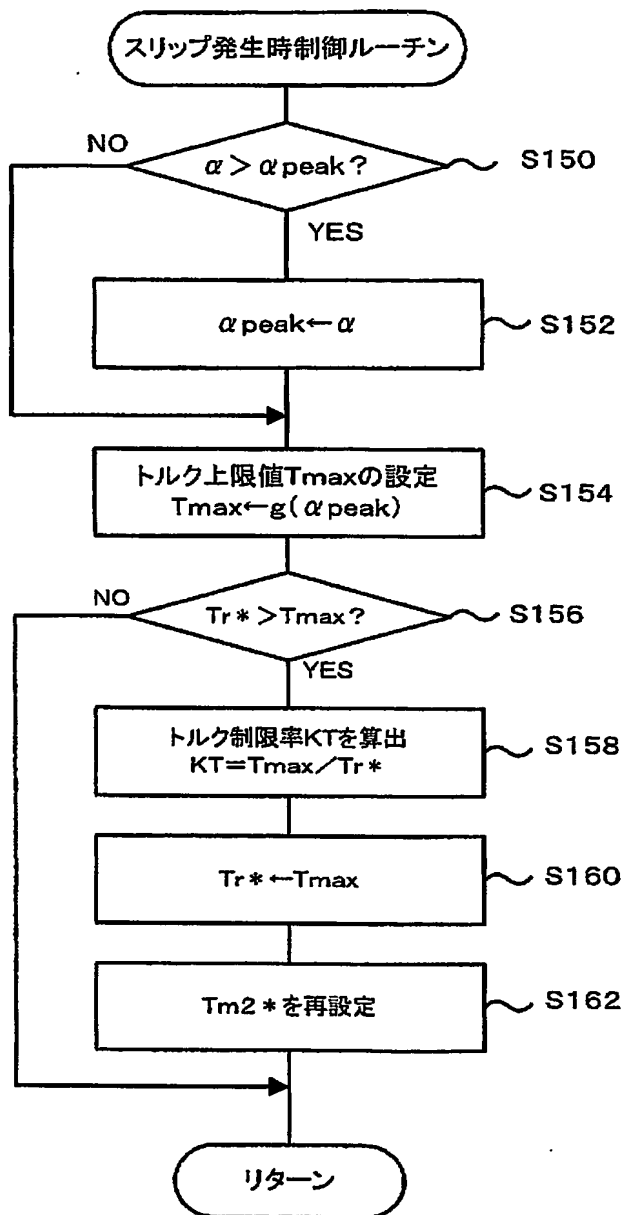


【図 3】

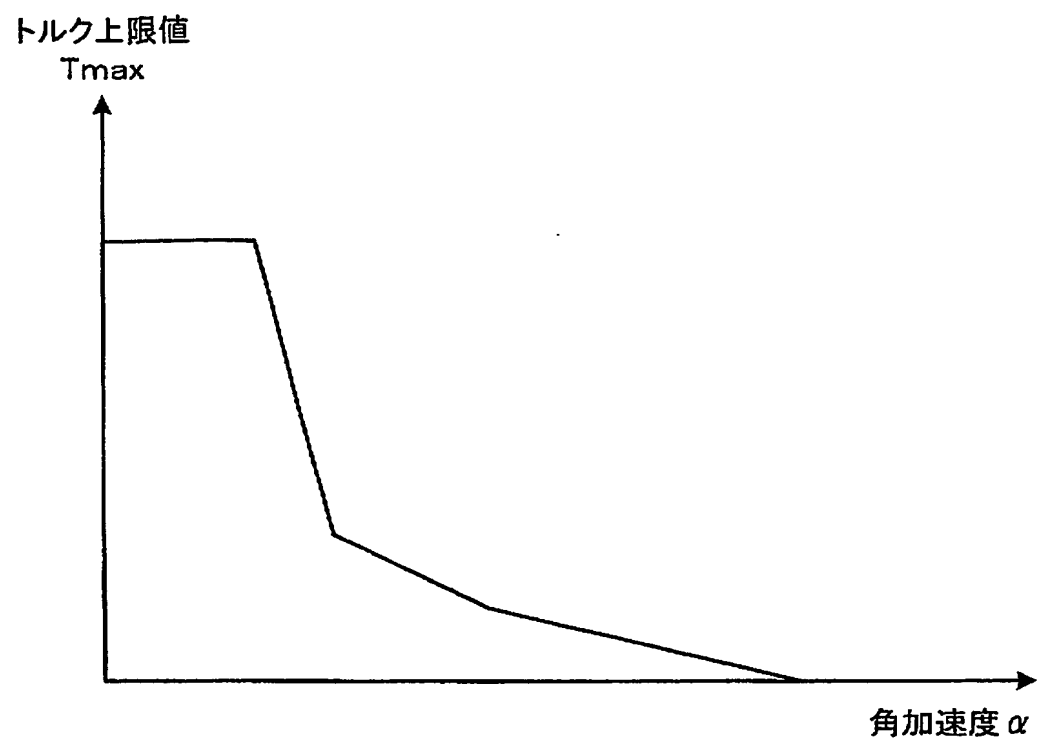
トルク指令値 Tr^*



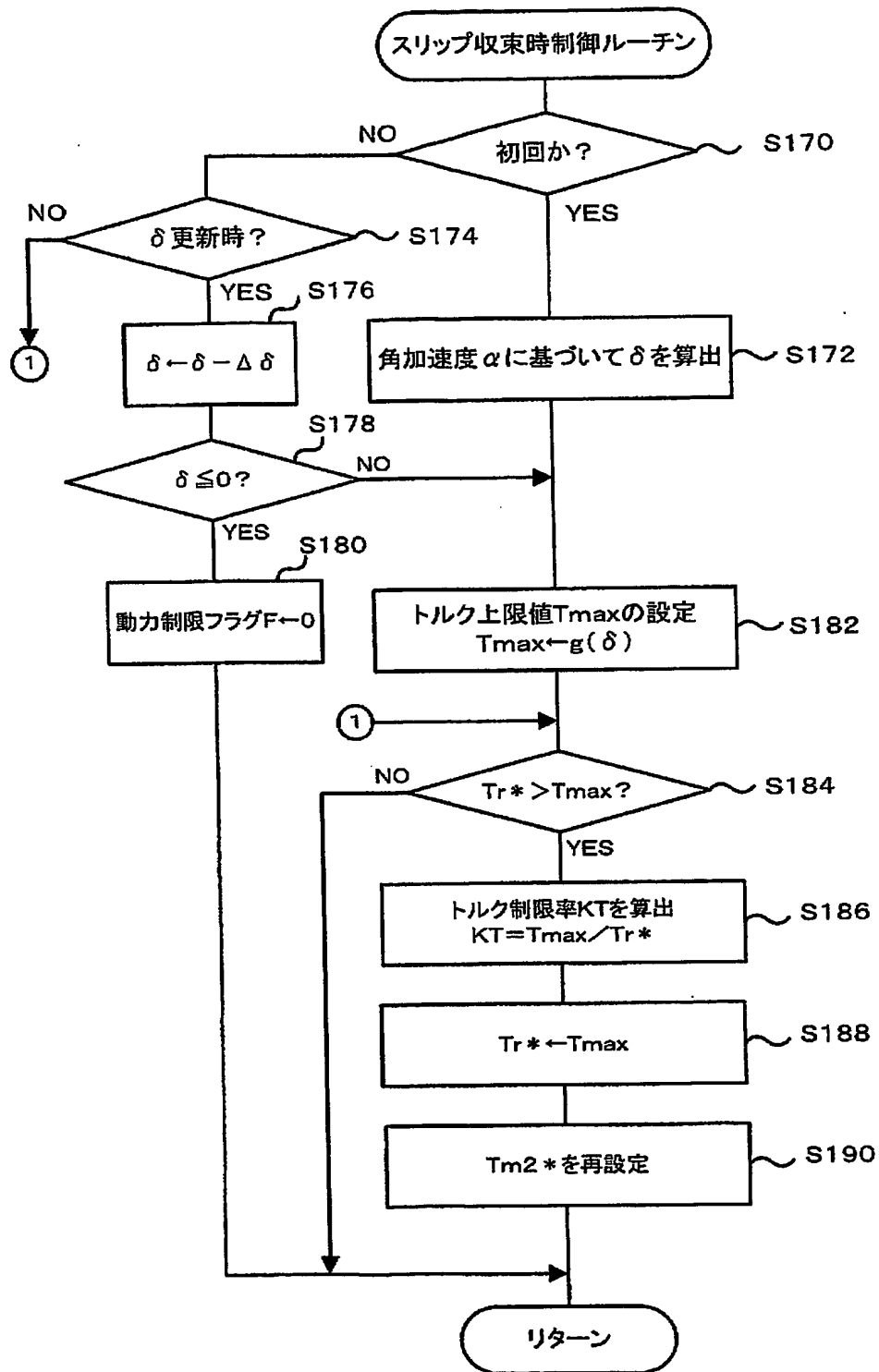
【図 4】



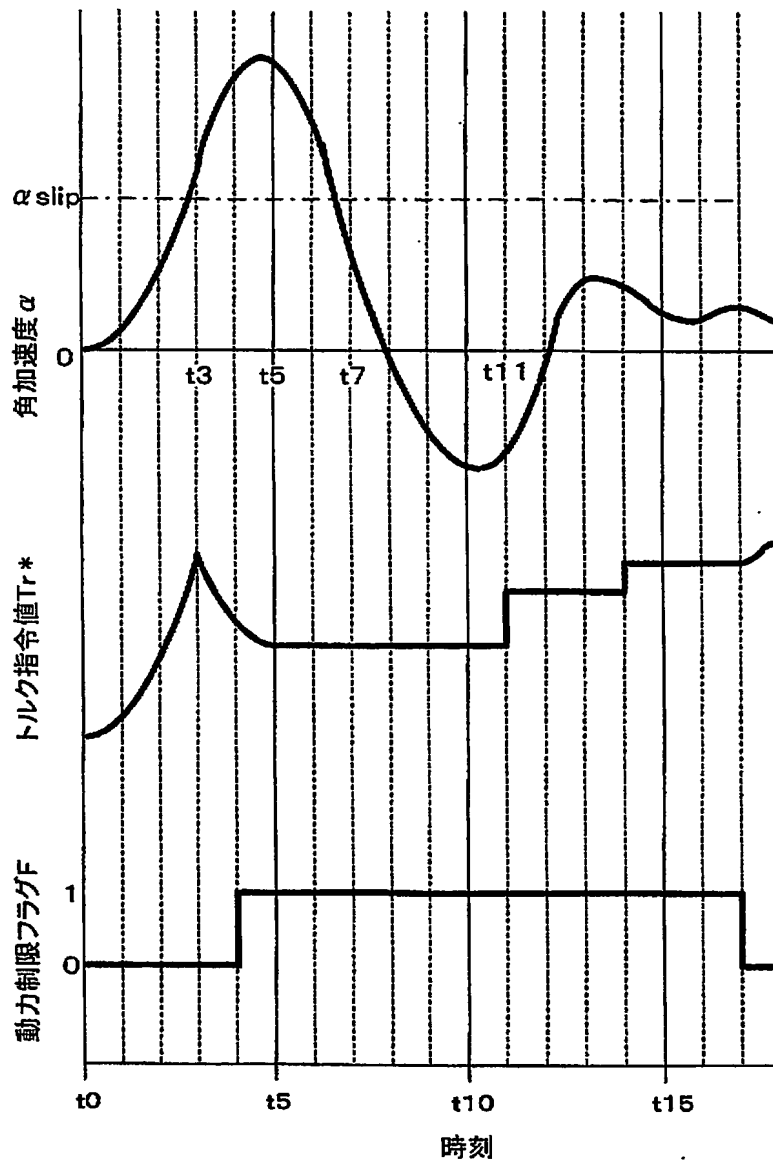
【図 5】



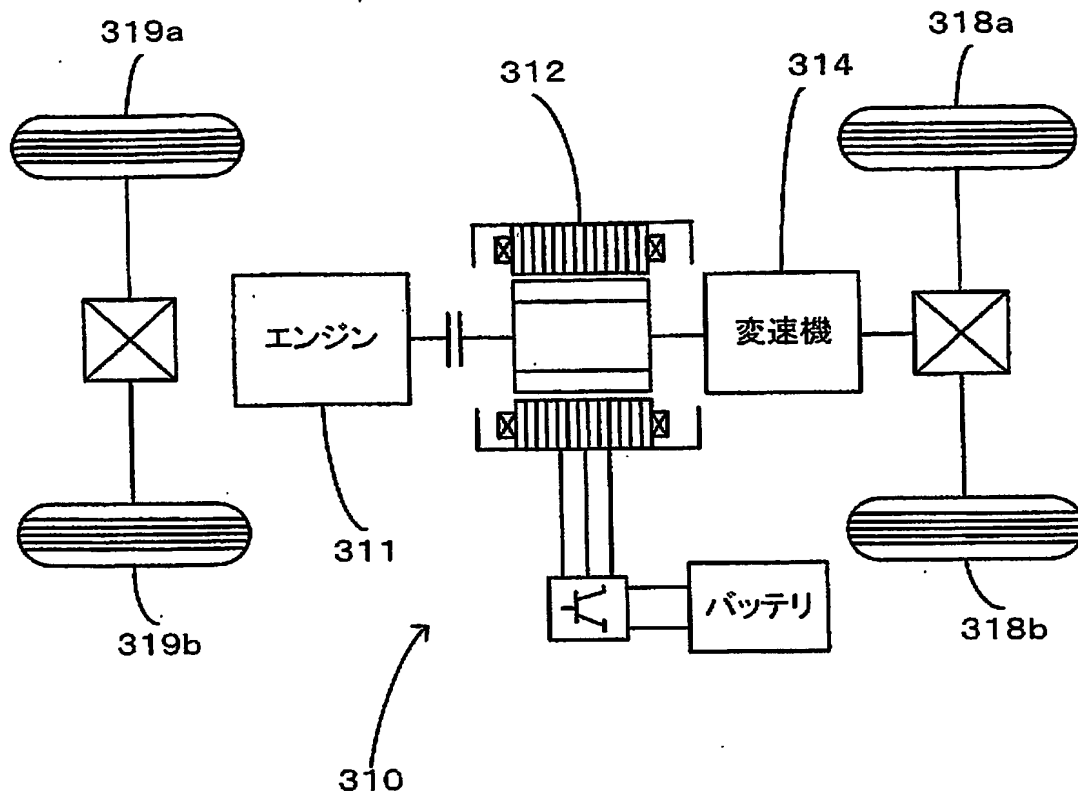
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エンジンの動力でモータを駆動させることにより駆動輪を回転駆動させる車両の制御装置においてスリップ制御時にドライバが違和感を覚えない。

【解決手段】 スリップが発生してスリップ発生時制御（S118）において駆動軸であるリングギア軸のトルク指令値 T_r^* がトルク上限値 T_{max} を越えていた場合にはトルク制限率 $K_T (=T_{max}/T_r^*)$ が算出され、リングギア軸はトルク上限値 T_{max} に駆動トルクが制限される。そして、次回の運転制御プログラムが実行されたとき、S105でアクセルペダルポジション AP と車速 V に応じて要求動力 P_r を決定したあと、S107でその要求動力 P_r に動力制限 $K_P (=K_T)$ を乗じた値を新たな要求動力 P_r として制御を実行する。この結果、車両走行にそぐわない大きなエンジン音が発生するのを抑制できる。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 2 5 7 4 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社